

ANÁLISE COMPARATIVA DO DIMENSIONAMENTO E CUSTOS DA REDE INTERNA PREDIAL DE GÁS NATURAL E GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO

Edio Minatto Junior (1), Juliano Possamai Della (2);

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1) minatera@hotmail.com, (2) julianodella@hotmail.com

RESUMO

Diante da crescente expansão das redes de Gás Natural (GN) que estão ocorrendo no Estado de Santa Catarina as construtoras de edifícios residenciais têm se deparado com um novo sistema de implantação das redes internas de gás. Os projetistas atuantes no Estado realizam os cálculos de dimensionamento da rede interna seguindo os parâmetros da IN008/DAT/CBMSC/2014, ou também, havendo aceitação de justificativa pelo Corpo de Bombeiros Militar, realizam o dimensionamento conforme a NBR 15526/2012. Em alguns casos, os autores adotam diversos diâmetros das tubulações para as redes primárias e secundárias, considerando os cálculos de trecho a trecho das redes. Já outros autores, realizam os cálculos por trechos, mas adotam apenas um valor de diâmetro para toda rede primária e outro valor para a rede secundária, sendo esta considerada a situação crítica. Visando esclarecer as diferenças entre os modos de dimensionamento, sobre qual deles seria mais econômico, seguro e eficaz o presente trabalho realizou um estudo de caso através do dimensionamento da rede de gás de um edifício residencial. A partir dos resultados, foram realizadas análises comparativas dos custos das peças das redes de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e GN pela situação crítica e por trechos. Os custos entre o dimensionamento das situações por trechos em relação às situações críticas para um mesmo gás variaram entre -3,38% a 1,25%. Para dois gases distintos, a maior diferença figurou entre GN por trechos (IN008/DAT/CBMSC/2014) e GLP por trechos (NBR 15526/2012), atingindo 31,24%. Devido às variações positivas e negativas em relação ao dimensionamento por trechos e pela situação crítica, não se pôde afirmar qual método seria mais econômico, contudo, sugeriu-se que pela praticidade, segurança na execução da rede e conforto dos usuários fosse adotado o dimensionamento pela situação crítica.

Palavras-Chave: Dimensionamento, Gás Natural Residencial, Gás Liquefeito de Petróleo, NBR 15526/2012, IN008/DAT/CBMSC/2014.

1 INTRODUÇÃO

O uso residencial do GLP é muito comum no Brasil. Segundo o SINDIGÁS (2014), o consumo mundial deste gás em residências atinge pouco mais de 48% do consumo total. No Brasil esse percentual cresce para 80%. Isso pode ser explicado pelo uso intenso no preparo e cozimento de alimentos (cocção), onde o abastecimento por botijões P13 responde por 94% desse consumo. Porém, devido ao grande número de acidentes ocasionados pelo seu armazenamento em locais irregulares e a grande

quantidade de resíduos tóxicos liberados em sua queima, o combustível vem sendo substituído por fontes alternativas de energia, como o GN.

Para Santos *et al.*, (2002, p. 97):

O gás natural leva grande vantagem em relação ao gás liquefeito de petróleo (GLP). Sendo constituído de butano e propano, o GLP é mais pesado do que o ar. Assim, em situações de vazamento, o GLP tende a acumular-se nos confins da zona de vazamento, podendo gerar grandes explosões na presença de centelhas ou faíscas elétricas.

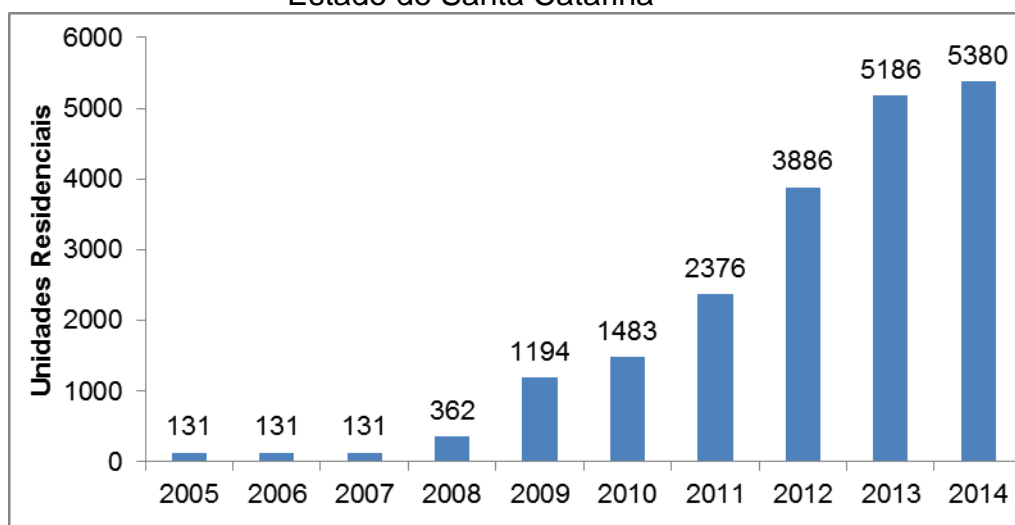
Conforme a ABEGÁS (2014), o consumo do GN no país, no segmento residencial no ano de 2013 ultrapassou a média de 1.000.000 de metros cúbicos por dia.

Diante da crescente expansão das redes de GN que estão ocorrendo no Estado de Santa Catarina e devido à grande procura de consumidores por esta fonte de combustível, bem como os benefícios propiciados, principalmente em relação à economia, combustão limpa, segurança e da possibilidade de uma rede de abastecimento sem interrupções e sem necessidade de espaço para armazenamento de botijões, as construtoras de edifícios residenciais têm se deparado com um novo sistema de implantação das redes internas de gás.

A composição do gás natural, caracterizada pela mistura de hidrocarbonetos leves, produz uma combustão limpa, que emite menor quantidade de dióxido de carbono na atmosfera. Isso faz do gás natural um combustível altamente valorizado e utilizado em todo o mundo (SCGÁS, 2014).

No Estado, a história do GN residencial teve início em Criciúma em 2005, com um projeto piloto em que levou o combustível a um condomínio horizontal. Em 2008, iniciou-se o projeto “Criciúma Residencial”, e a partir deste, outros projetos em menores dimensões foram criados para atender a necessidade no Estado, onde os condomínios verticais habitados poderiam ser “convertidos” para o GN ou no caso daqueles em construção, serem dimensionados para receber este sistema de abastecimento. Com o passar dos anos, o número de unidades residenciais atendidas aumentaram significativamente, conforme a Figura 1.

Figura 1 - Implantação do sistema combustível GN em unidades residenciais no Estado de Santa Catarina



Fonte: Gerência de Mercado Urbano e Veicular (SCGÁS)

Em 2013, vigorou a norma NBR 15526/2012 (Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais – Projeto e execução), que estabelece os requisitos mínimos para que as instalações de gás admitam o gás de rua como também à central de gás.

Os projetistas que hoje atuam no Estado de Santa Catarina realizam os cálculos de dimensionamento da rede interna de gás seguindo os parâmetros da IN008/DAT/CBMSC/2014, ou também, havendo aceitação de justificativa pelo Corpo de Bombeiros Militar, realizam o dimensionamento conforme NBR 15526/2012.

Em um breve comparativo entre as duas normas citadas, para o dimensionamento das redes de gás a IN008/DAT/CBMSC/2014 considera apenas o poder calorífico e a densidade de um gás com as características semelhantes ao GN, que em tese, nos resultaria em diâmetros maiores de tubulação do que se utilizássemos as propriedades do GLP. A NBR 15526/2012 nos sugere a utilização das propriedades físicas do gás que será utilizado para o dimensionamento da rede, porém, os diâmetros calculados para a situação deverão atender perfeitamente ao GN quanto ao GLP.

As maneiras de se projetar as instalações de gás não são unânimes entre os projetistas. Em alguns casos, os autores adotam diversos diâmetros das tubulações para as redes primárias e secundárias, considerando os cálculos de trecho a trecho das redes. Já outros projetistas, realizam os cálculos por trechos, mas adotam apenas um valor de diâmetro para toda rede primária e outro valor para a rede

secundária, sendo esta considerada a situação crítica. Sabendo-se que ambas as maneiras devem atender às necessidades dos usuários, há dúvidas entre estes modos de dimensionamento, sobre qual deles seria mais econômico, seguro e eficaz.

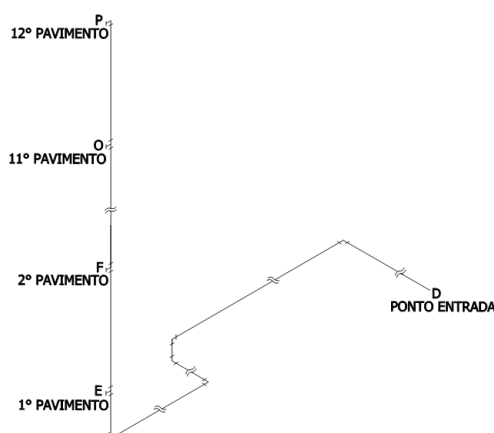
Nos tempos atuais a busca por economia no custo das obras é muito pertinente e envolve grande importância para as empreiteiras. Visando esclarecer as diferenças nos custos dos insumos necessários para implantação da rede levando em consideração os parâmetros das duas normas citadas anteriormente e pela metodologia de definição dos diâmetros, o presente trabalho realizou um estudo de caso através do dimensionamento da rede de gás de um edifício residencial. A partir dos resultados, foram realizadas análises comparativas dos valores encontrados das redes de GLP e GN.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ESTUDO DE CASO

Os dimensionamentos das redes de distribuição de gás combustível foram analisados para um estudo de caso de um edifício residencial de doze pavimentos com dois apartamentos por pavimento. O padrão adotado para os apartamentos foi de um fogão de quatro queimadores com forno com potência de 183,33 kcal/min (quilocalorias por minuto) e um aquecedor digital com potência de 550 kcal/min. Os trechos foram nomeados e identificados conforme as Figuras 2 e 3.

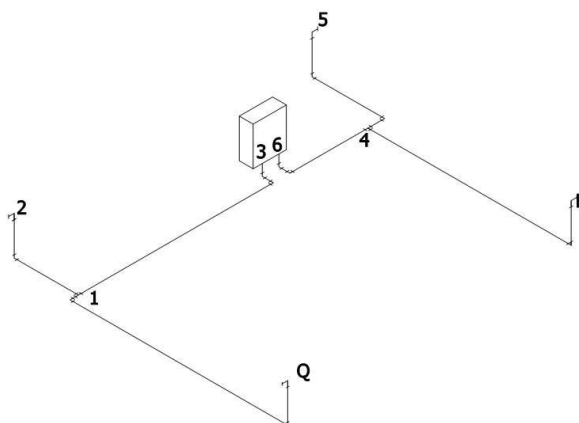
Figura 2 – Ilustração dos trechos da rede primária



Fonte: Autor, 2014

No trecho D E o comprimento real foi considerado 43,02 m (metros), e para os demais trechos foi adotado 2,70 m.

Figura 3 – Ilustração dos trechos da rede secundária



Fonte: Autor, 2014

Para o trecho Q - 1 o comprimento real foi considerado 3,93 m, para 1 - 2 de 1,16 m, 1 - 3 de 3,52 m, R - 4 de 3,67 m, 5 - 4 de 1,31 m, e para 6 - 4 foi adotado 1,41 m.

2.2 PARÂMETROS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO

Para os dimensionamentos foram utilizados os parâmetros disponibilizados pela instrução normativa IN008/DAT/CBMSC/2014 e NBR 15526/2012, sendo realizados os dimensionamentos por trechos da rede primária e também da rede secundária. Nas normas técnicas seguidas neste estudo é indicado que a pressão de entrada na rede primária não exceda 1,5 quilograma-força por centímetro quadrado (kgf/cm²). A pressão de entrada adotada para os cálculos da rede primária foi de 1,0 kgf/cm² ou 98,07 quilo-Pascal (kPa), tanto para GLP quanto para GN. Consta ainda, na IN008/DAT/CBMSC/2014 que na rede secundária as pressões fiquem situadas entre 200 milímetros de coluna d'água (mm.c.a.) e 300 mm.c.a, já na NBR 15526/2012, que a pressão não ultrapasse 750 mm.c.a. Neste trabalho a pressão de entrada no trecho para todos os dimensionamentos da rede secundária foi de 220 mm.c.a. para GN e 280 mm.c.a. para GLP. Ainda para a rede secundária foram realizados os dimensionamentos dos trechos para um único pavimento (tipo), adotando-se os diâmetros encontrados para os demais pavimentos.

Os comprimentos dos trechos foram determinados através do método do comprimento virtual, somando ao comprimento real os valores correspondentes do comprimento equivalente das conexões. Os dados de comprimento equivalente foram seguidos conforme o CT1007/2007 (Catálogo Técnico) da empresa Tupy Fundições Limitada.

Para a realização dos dimensionamentos e orçamentos foi considerada a utilização de tubulação e conexões de aço carbono preto, sem costura de schedule 40, conforme NBR 5590/2012 (Tubos de aço-carbono com ou sem costura, pretos ou galvanizados por imersão à quente, para condução de fluídos).

2.3 CÁLCULOS DO DIMENSIONAMENTO DA REDE (IN008/DAT/CBMSC/2014)

Para os cálculos do dimensionamento das redes foi utilizada a Equação 1 presente na norma do Corpo de Bombeiros:

$$C = 0,018 \cdot W \cdot \sqrt{\frac{D^5}{1 + \frac{9,15}{D} + 0,0118 \cdot D} \cdot \frac{H}{L}}$$

Equação 1

Em que “C” é o consumo ou soma das potências dos aparelhos de queima, abastecidos pelo trecho da rede, “W” o índice de Woobe, que é a raiz quadrada do poder calorífico inferior (PCI) dividido pela densidade do gás, “D” o diâmetro em milímetros (mm), “H” a perda de carga máxima em milímetros de coluna d’água (mm.c.a.), e “L” o comprimento em metros.

Foi efetuado o dimensionamento seguindo os parâmetros de cálculo da norma, por trechos, a partir do gás de referência de PCI igual a 9000 quilocalorias por metro cúbico (kcal/m³) e densidade de 0,6. Porém, para atingir o objetivo proposto pelo trabalho, também foram realizados outros dois dimensionamentos, um utilizando as propriedades físicas do GN de PCI igual a 8600 kcal/m³ e densidade de 0,6, e outro com as propriedades físicas do GLP de PCI igual a 24000 kcal/m³ e densidade de 1,8.

Para encontrar o valor da potência adotada de cada trecho da rede primária, foram-se verificados os valores supostos pela norma e realizadas interpolações lineares. Para a rede secundária o fator de simultaneidade adotado foi de 100% para todos os

trechos. A perda de carga adota foi de 15 mm.c.a. para todos os trechos da rede primária e secundária. Para a determinação do diâmetro da tubulação para a situação crítica foi-se verificado o dimensionamento por trechos e adotado o maior diâmetro calculado para toda a rede.

2.4 CÁLCULOS DO DIMENSIONAMENTO DA REDE (NBR 15526/2012)

A NBR 15526/2012 disponibiliza diversas fórmulas e parâmetros a serem seguidos para a realização do dimensionamento. Diferentemente da IN008/DAT/CBMSC/2014, esta norma disponibiliza as fórmulas para a determinação do fator de simultaneidade, das pressões de entrada e saída do gás dos trechos, vazão, perda de carga e velocidade.

Os trechos das tubulações foram calculados para as propriedades físicas do GN e GLP. O fator de simultaneidade foi calculado de acordo com os dados presentes na NBR 15526/2012. Para a rede primária, a perda de carga máxima admitida entre o regulador de primeiro estágio ao regulador de segundo estágio do último trecho foi de 30% da pressão de operação. Para rede secundária, a máxima perda de carga admitida entre o regulador de segundo estágio e os pontos de consumo foi de 10%. A velocidade máxima no trecho permitida pela norma e utilizada no dimensionamento foi de 20 m/s (metros por segundo).

A partir das equações e dos parâmetros da NBR 15526/2012, foram definidos os diâmetros da tubulação dos trechos. Para a situação crítica da rede primária e secundária, foi admitido o maior valor do diâmetro calculado da situação por trechos.

2.5 ORÇAMENTOS DOS CUSTOS DAS REDES

Nesta etapa do trabalho, para realização do levantamento dos custos das redes, foram considerados os custos dos insumos (tubulações, conexões, medidores e reguladoras de pressão de segundo estágio).

Os valores dos insumos foram contabilizados seguindo os dados do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) de Santa Catarina de Setembro de 2014 sem desoneração. Os insumos que não estavam presentes no SINAPI foram determinados conforme a média de três orçamentos realizados na região.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 RESULTADOS DOS DIMENSIONAMENTOS CONFORME IN008/DAT/CBMSC/2014

Os resultados para dimensionamentos dos trechos da rede primária e secundária do gás de referência da norma estão expostos conforme a Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1 – Resultados com a utilização das propriedades do gás de referência no dimensionamento rede primária.

Trecho	Potência Computada (kcal/min)	Potência Adotada (kcal/min)	L (metros)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Comercial (polegada)
D E	17599,92	3113,99	52,42	47,12	2
E F	16133,26	3042,67	55,45	47,20	2
F G	14666,60	2969,99	58,48	47,24	2
G H	13199,94	2837,99	61,51	46,90	2
H I	11733,28	2733,33	64,54	46,68	2
I J	10266,62	2586,66	67,57	46,15	2
J K	8799,96	2428,00	70,60	45,48	2
K L	7333,30	2273,33	73,63	44,76	2
L M	5866,64	2115,33	76,66	43,94	2
M N	4399,98	1936,00	79,69	42,88	2
N O	2933,32	1630,00	79,57	40,34	1 1/2
O P	1466,66	1063,33	80,88	34,81	1 1/4

Fonte: Autor, 2014

No dimensionamento da rede primária com a utilização dos parâmetros do gás de referência notou-se que o diâmetro da tubulação manteve-se constante em 2” desde o trecho D E ao trecho M N. No trecho N O constatou-se diminuição do diâmetro para 1 ½” e no trecho “ para 1 ¼”.

Tabela 2 - Resultados com a utilização das propriedades do gás de referência no dimensionamento rede secundária.

Trecho	Potência Computada (kcal/min)	Potência Adotada (kcal/min)	L (metros)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Comercial (polegada)
3 - 1	733,33	733,33	6,32	19,66	3/4
6 - 4	733,33	733,33	4,21	18,34	3/4
1 - Q	550,00	550,00	6,15	17,73	3/4
4 - R	550,00	550,00	6,10	17,71	3/4
1 - 2	183,33	183,33	2,79	10,65	1/2
4 - 5	183,33	183,33	2,80	10,66	1/2

Fonte: Autor, 2014

Na rede secundária percebeu-se que os maiores diâmetros ($\frac{3}{4}$ ") estão relacionados aos trechos que alimentam os dois aparelhos a gás e o aquecedor digital. Nos trechos que alimentam o fogão o diâmetro da tubulação foi calculado para $\frac{1}{2}$ ".

Na Tabela 3 e Tabela 4 estão representados os resultados referentes ao dimensionamento da rede primária e secundária de GLP.

Tabela 3 - Resultados com a utilização das propriedades do GLP no dimensionamento da rede primária.

Trecho	Potência Computada (kcal/min)	Potência Adotada (kcal/min)	L (metros)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Comercial (polegada)
D E	17599,92	3113,99	50,07	40,12	1 1/2
E F	16133,26	3042,67	53,02	40,19	1 1/2
F G	14666,60	2969,99	55,97	40,24	1 1/2
G H	13199,94	2837,99	58,92	39,96	1 1/2
H I	11733,28	2733,33	61,87	39,76	1 1/2
I J	10266,62	2586,66	64,82	39,33	1 1/2
J K	8799,96	2428,00	67,77	38,76	1 1/2
K L	7333,30	2273,33	70,72	38,16	1 1/2
L M	5866,64	2115,33	73,67	37,47	1 1/2
M N	4399,98	1936,00	76,62	36,58	1 1/2
N O	2933,32	1630,00	77,97	34,54	1 1/4
O P	1466,66	1063,33	80,88	29,94	1 1/4

Fonte: Autor, 2014

No dimensionamento da rede primária com a utilização dos parâmetros do GLP percebeu-se que o diâmetro da tubulação manteve-se constante em 1 ½ " desde o trecho D E ao trecho M N. Nos trechos subsequentes percebeu-se diminuição da bitola para 1 ¼".

Tabela 4 - Resultados com a utilização das propriedades do GLP no dimensionamento da rede secundária.

Trecho	Potência Computada (kcal/min)	Potência Adotada (kcal/min)	L (metros)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Comercial (polegada)
3 - 1	733,33	733,33	6,32	16,96	3/4
6 - 4	733,33	733,33	4,21	15,82	3/4
1 - Q	550,00	550,00	5,42	14,97	1/2
4 - R	550,00	550,00	5,30	14,91	1/2
1 - 2	183,33	183,33	2,79	9,20	1/2
4 - 5	183,33	183,33	2,80	9,21	1/2

Fonte: Autor, 2014

Nesta etapa percebeu-se que os maiores diâmetros ($\frac{3}{4}$ ") foram dimensionados para os trechos com maior valor de potência adotada, que alimentam os dois aparelhos a gás.

Na Tabela 5 e Tabela 6 estão representados os resultados referentes ao dimensionamento da rede primária e secundária de GN.

Tabela 5 - Resultados com a utilização das propriedades do GN no dimensionamento da rede primária.

Trecho	Potência Computada (kcal/min)	Potência Adotada (kcal/min)	L (metros)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Comercial (polegada)
D E	17599,92	3113,99	52,42	47,89	2
E F	16133,26	3042,67	55,45	47,97	2
F G	14666,60	2969,99	58,48	48,01	2
G H	13199,94	2837,99	61,51	47,67	2
H I	11733,28	2733,33	64,54	47,44	2
I J	10266,62	2586,66	67,57	46,90	2
J K	8799,96	2428,00	70,60	46,21	2
K L	7333,30	2273,33	73,63	45,49	2
L M	5866,64	2115,33	76,66	44,66	2
M N	4399,98	1936,00	79,69	43,58	2
N O	2933,32	1630,00	82,72	41,27	2
O P	1466,66	1063,33	82,52	35,50	1 1/2

Fonte: Autor, 2014

Com os parâmetros do GN, observou-se a manutenção do diâmetro em 2" do trecho D E ao trecho N O. No trecho O P houve diminuição da bitola para 1 $\frac{1}{2}$ ".

Tabela 6 - Resultados com a utilização das propriedades do GN no dimensionamento da rede secundária.

Trecho	Potência Computada (kcal/min)	Potência Adotada (kcal/min)	L (metros)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Comercial (polegada)
3 - 1	733,33	733,33	6,32	19,97	3/4
6 - 4	733,33	733,33	4,21	18,63	3/4
1 - Q	550,00	550,00	6,15	18,01	3/4
4 - R	550,00	550,00	6,10	17,98	3/4
1 - 2	183,33	183,33	2,79	10,82	1/2
4 - 5	183,33	183,33	2,80	10,83	1/2

Fonte: Autor, 2014

Na rede secundária percebeu-se que os maiores diâmetros ($\frac{3}{4}$ ") estão relacionados ao trecho que alimenta os dois aparelhos a gás e trecho do aquecedor digital. Nos trechos que alimentam o fogão o diâmetro da tubulação foi calculado em $\frac{1}{2}$ ".

O diâmetro da situação mais crítica, para o gás de referência da norma, da rede primária foi de 2" e para rede secundária de ¾". Para GLP, os diâmetros foram de 1" ½" para a rede primária e ¾" para a rede secundária. Já para GN foram de 2" e ¾" respectivamente.

3.2 RESULTADOS DOS DIMENSIONAMENTOS CONFORME NBR 15526/2012

Os resultados do dimensionamento dos trechos da rede primária e secundária de acordo com as propriedades do GLP estão expostos conforme a Tabela 7 e Tabela 8.

Tabela 7 - Resultados com a utilização das propriedades do GLP no dimensionamento rede primária.

Trecho	Potência Computada (kcal/h)	FS	Potência Adotada (kcal/h)	Comprimento (L)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Comercial (polegada)	Perda de carga (kPa)
D E	1055995	23,47	247842	46,52	21,00	3/4	2,9309
E F	967996	23,80	230383	2,78	15,80	1/2	0,6098
F G	879996	24,14	212685	2,78	15,80	1/2	0,5289
G H	791996	24,59	194752	2,78	15,80	1/2	0,4517
H I	703997	25,07	176492	2,78	15,80	1/2	0,3785
I J	615997	25,63	157880	2,78	15,80	1/2	0,3096
J K	527998	27,49	145147	2,78	15,80	1/2	0,2661
K L	439998	30,93	136091	2,78	15,80	1/2	0,2370
L M	351998	35,47	124854	2,78	15,80	1/2	0,2028
M N	263999	41,85	110483	2,78	15,80	1/2	0,1626
N O	175999	51,56	90745	2,78	15,80	1/2	0,1137
O P	88000	68,84	60579	2,78	15,80	1/2	0,0545

Fonte: Autor, 2014

No dimensionamento da rede primária percebeu-se que o maior diâmetro calculado para a tubulação (¾") foi adotado somente para o trecho D E, cujo comprimento e potência são maiores que os outros trechos.

Tabela 8 - Resultados com a utilização das propriedades do GLP no dimensionamento rede secundária.

Trecho	Potência Computada (kcal/h)	FS	Potência Adotada (kcal/h)	Comprimento (L)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Comercial (polegada)	Perda de carga (kPa)
3 - 1	44000	84,85	37334	5,40	15,80	1/2	0,0836
6 - 4	44000	84,85	37334	3,29	15,80	1/2	0,0502
1 - Q	33000	90,78	29957	5,42	15,80	1/2	0,0554
4 - R	33000	90,78	29957	5,30	15,80	1/2	0,0542
1 - 2	11000	100,00	11000	2,79	15,80	1/2	0,0046
4 - 5	11000	100,00	11000	2,80	15,80	1/2	0,0046

Fonte: Autor, 2014

No dimensionamento da rede secundária os diâmetros calculados das tubulações mantiveram-se constantes em todos os trechos.

A Tabela 9 e Tabela 10 retratam o resultado dos dimensionamentos da rede primária e secundária conforme os parâmetros do GN.

Tabela 9 - Resultados com a utilização das propriedades do GN no dimensionamento rede primária.

Trecho	Potência Computada (kcal/h)	FS	Potência Adotada (kcal/h)	Comprimento (L)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Comercial (polegada)	Perda de carga (kPa)
D E	1055995	23,47	247842	46,52	21,00	3/4	6,3808
E F	967996	23,80	230383	2,78	15,80	1/2	1,3419
F G	879996	24,14	212685	2,78	15,80	1/2	1,1679
G H	791996	24,59	194752	2,78	15,80	1/2	1,0004
H I	703997	25,07	176492	2,78	15,80	1/2	0,8403
I J	615997	25,63	157880	2,78	15,80	1/2	0,6888
J K	527998	27,49	145147	2,78	15,80	1/2	0,5930
K L	439998	30,93	136091	2,78	15,80	1/2	0,5289
L M	351998	35,47	124854	2,78	15,80	1/2	0,4533
M N	263999	41,85	110483	2,78	15,80	1/2	0,3636
N O	175999	51,56	90745	2,78	15,80	1/2	0,2545
O P	88000	68,84	60579	2,78	15,80	1/2	0,1221

Fonte: Autor, 2014

No dimensionamento da rede primária o maior diâmetro calculado para a tubulação ($\frac{3}{4}$ ") foi adotado somente para o trecho D E, cujo comprimento e potência são maiores que os outros trechos.

Tabela 10 - Resultados com a utilização das propriedades do GN no dimensionamento da rede secundária.

Trecho	Potência Computada (kcal/h)	FS	Potência Adotada (kcal/h)	Comprimento (L)	Diâmetro (mm)	Diâmetro Comercial (polegada)	Perda de carga (kPa)
3 - 1	44000	84,85	37334	6,32	21,00	3/4	0,0539
6 - 4	44000	84,85	37334	4,21	21,00	3/4	0,0359
1 - Q	33000	90,78	29957	5,42	15,80	1/2	0,1218
4 - R	33000	90,78	29957	5,30	15,80	1/2	0,1191
1 - 2	11000	100,00	11000	2,79	15,80	1/2	0,0103
4 - 5	11000	100,00	11000	2,80	15,80	1/2	0,0104

Fonte: Autor, 2014

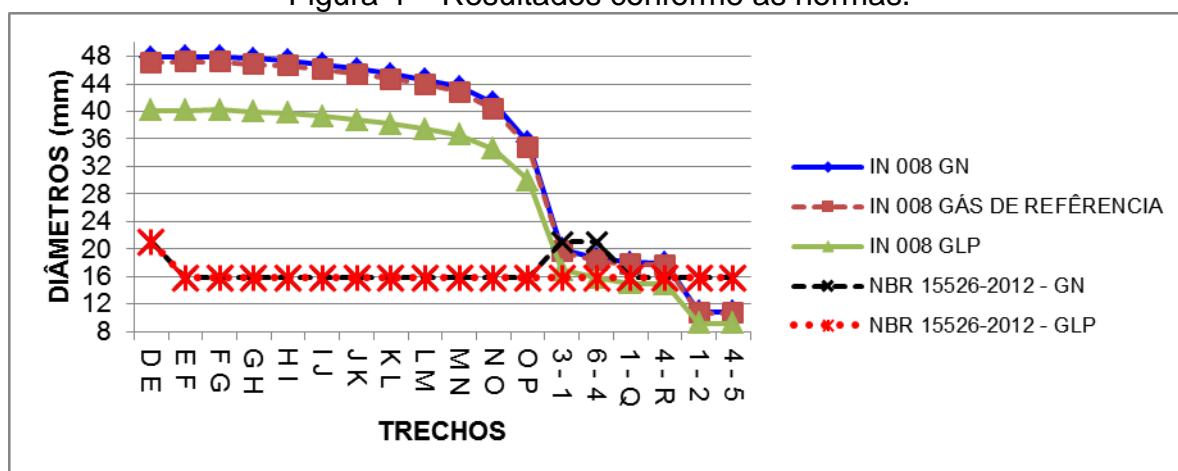
Na rede secundária, nos trechos 3 - 1 e 6 - 4, que alimentam os dois aparelhos a gás, o diâmetro calculado foi de $\frac{3}{4}$ ", e para os outros trechos $\frac{1}{2}$ ".

O diâmetro da situação crítica, para GLP, da rede primária foi de $\frac{3}{4}$ " e para rede secundária de $\frac{1}{2}$ ". Para GN, os diâmetros foram de $\frac{3}{4}$ " para a rede primária e secundária.

3.3 COMPARATIVOS ENTRE OS DIMENSIONAMENTOS

De posse dos resultados, foi motivada a Figura 4, com uma relação entre os diâmetros encontrados para cada trecho segundo as normas estudadas.

Figura 4 – Resultados conforme as normas.



Fonte: Autor, 2014

Entende-se, após a análise da Figura 4, que as características do gás de referência da IN008/DAT/CBMSC/2014 propiciaram resultados de diâmetros semelhantes aos de GN. Para os diâmetros da rede de GLP, conforme a IN008/DAT/CBMSC/2014,

percebeu-se que os valores das bitolas foram inferiores em relação aos valores da rede de GN e do gás de referência. Já os valores dos diâmetros encontrados no dimensionamento da rede de GN e GLP pela NBR 15526/2012 tiveram comportamento idêntico na rede primária e algumas variações na rede secundária. Houve grande diferença nos valores encontrados da rede primária entre as duas normas. Percebeu-se que as indicações presentes na IN008/DAT/CBMSC/2014 resultaram em um superdimensionamento em relação à NBR15526/2012.

3.4 CUSTOS DOS INSUMOS

Após a realização dos orçamentos dos custos dos insumos para a implantação da rede deste estudo de caso, definiram-se os valores totais de cada dimensionamento, conforme a Tabela 11.

Tabela 11 – Custos dos insumos para a rede de gás.

DESCRIÇÃO	CUSTOS (R\$)	Variação (%)
NBR 15526/2012 GN - TRECHOS	13.599,29	-3,38
NBR 15526/2012 GN - CRÍTICA	14.074,77	
NBR 15526/2012 GLP - TRECHOS	11.096,89	-0,61
NBR 15526/2012 GLP - CRÍTICA	11.164,77	
IN008/DAT/CBMSC/2014 GN - TRECHOS	16.440,86	1,25
IN008/DAT/CBMSC/2014 GN - CRÍTICA	16.237,59	
IN008/DAT/CBMSC/2014 GLP - TRECHOS	12.883,41	-0,71
IN008/DAT/CBMSC/2014 GLP - CRÍTICA	12.975,37	
IN008/DAT/CBMSC/2014 GÁS REFERÊNCIA - TRECHOS	16.410,90	1,07
IN008/DAT/CBMSC/2014 GÁS REFERÊNCIA - CRÍTICA	16.237,59	

Fonte: Autor, 2014

Os custos entre o dimensionamento das situações por trechos em relação às situações críticas para um mesmo gás variaram entre -3,38% a 1,25%. Notou-se ainda, que as maiores diferenças para um mesmo gás estão entre o dimensionamento da rede de GN por trechos da NBR 15526/2012 e por trechos da rede de GN pela IN008/DAT/CBMSC/2014, que chegaram a 17,28%. Para dois gases distintos, a maior diferença figurou entre GN por trechos (IN008/DAT/CBMSC/2014) e GLP por trechos (NBR 15526/2012), atingindo 31,24%. A principal causa que motivou a rede de GN ser mais cara em relação à rede de

GLP neste estudo de caso foi a consideração dos custos dos medidores de gás e reguladoras de pressão, que são mais robustos e atendem à vazões maiores.

4 CONCLUSÃO

Atendendo aos parâmetros das normas presentes neste estudo de caso, o dimensionamento mais econômico para a montagem do sistema de abastecimento de gás do condomínio residencial seria conforme a NBR 15526/2012 por trechos. Porém, em um âmbito geral, devido às variações positivas e negativas em relação ao dimensionamento por trechos e pela situação crítica, não se pôde afirmar qual método seria mais econômico, contudo, sugere-se que pela praticidade, segurança na execução da rede e conforto dos usuários os projetistas adotem o dimensionamento pela situação crítica.

Os dimensionamentos conforme a IN008/DAT/CBMSC/2014 mostraram-se superdimensionados em relação à NBR 15526/2012, podendo-se concluir que a instrução normativa dos bombeiros é mais favorável à segurança, resultando em insumos mais onerosos para a execução das redes de gás.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GÁS CANALIZADO (ABEGÁS). **Levantamento estatístico**. 2014. Disponível em <www.abegas.org.br>. Acesso em: Novembro de 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15526: **Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais – Projeto e execução**. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2012. 46 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5590: **Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados - Especificação**. 3ª ed. Rio de Janeiro, 2012. 28 p.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SINAPI: **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Florianópolis, Setembro de 2014. 103p.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. INSTRUÇÃO NORMATIVA (IN008/DAT/CBMSC): **Instalações de Gás Combustível (GLP e GN)**. Florianópolis, 2014. 96 p.

SANTOS, Edmilson Moutinho dos et al. **Gás Natural: Estratégias para uma energia nova no Brasil**. São Paulo: Annablume, 2002. 352 p.

COMPANHIA DE GÁS DE SANTA CATARINA (SCGÁS). **Regulamento de Instalações Prediais RIP SCGÁS Gás Natural**. Florianópolis, Versão 01/2013. 98p.

COMPANHIA DE GÁS DE SANTA CATARINA (SCGÁS). **O que é o gás natural**. 2009. Disponível em <www.scgas.com.br>. Acesso em: Abril de 2014.

SINDICATO DAS DISTRIBUIDORAS DE GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO. (SINDIGÁS). **A utilização do gás LP em residências**. 2010. Disponível em <www.sindigas.org.br>. Acesso em: Outubro de 2014.

TUPY FUNDIÇÕES LIMITADA. CT1007: **Catálogo técnico**. Joinville, 2007. 48p.